



KONGERIKET NORGE  
The Kingdom of Norway

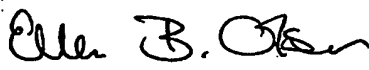
Bekreftelse på patentsøknad nr  
*Certification of patent application no*

▽  
**20034883**

▷ Det bekreftes herved at vedheftede dokument er nøyaktig utskrift/kopi av ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt 2003.10.31

▷ It is hereby certified that the annexed document is a true copy of the above-mentioned application, as originally filed on 2003.10.31

2005.01.05

  
Ellen B. Olsen  
Saksbehandler

BEST AVAILABLE COPY



03-10-31\*20034883

1a-k

2003-10-31

www.patentstyret.no

**Søknad om patent**

Ferdig utfylt skjema sendes til adressen nedenfor. Vennligst ikke heft sammen sidene.  
Vi ber om at blankettene utfylles *maskinelt* eller ved bruk av *blokkbokstaver*. Skjema for  
utfylling på datamaskin kan lastes ned fra **www.patentstyret.no**.

MK

B 23 B

Alm. tilgj. - 2 MAI 2005

**Søker** Den som søker om patent blir også innehaver av en eventuell rettighet. Må fylles ut!

Foretakets navn (fornavn hvis søker er person):

Teeness ASA

Etternavn (hvis søker er person):

☐ Kryss av hvis søker tidligere har vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Postboks 3532

Postnummer:

7419

Poststed:

Trondheim

Land:

NO

☐ Kryss av hvis flere søkere er angitt i  
medfølgende skjema eller på eget ark.☐ Kryss av hvis søker(ne) utfører mindre  
enn 20 årsverk (se veiledning).☐ Kryss av hvis det er vedlagt erklæring om at  
patentsøker(ne) innehar retten til oppfinnelsen.

**Kontaktinfo** Hvem skal Patentstyret henvende seg til? Oppgi telefonnummer og eventuell referanse.

Fornavn til kontaktperson for fullmektig eller søker:

Bryn Aarflot AS

Etternavn:



Telefon:

Referanse (maks. 30 tegn):

106018



Evt. adresse til kontaktperson:

Postboks 449 Sentrum

Postnummer:

0104

Poststed:

Oslo

Land:

NO

**Fullmektig** Hvis du ikke har oppnevnt en fullmektig, kan du gå til neste punkt.

Foretakets navn (fornavn hvis fullmektig er person):

Bryn Aarflot AS

Etternavn (hvis fullmektig er person):

☒ Kryss av hvis fullmektig tidligere har vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Postboks 449 Sentrum

Postnummer:

0104

Poststed:

Oslo

Land:

NO

**Oppfinner** Oppfinneren skal alltid oppgis, selv om oppfinner og søker er samme person.

Oppfinnerens fornavn:

Martin

Etternavn:

Saterbø

☐ Kryss av hvis oppfinner tidligere har vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Øvre Flatåsveg 5B

Postnummer:

7079

Poststed:

Flatåsen

Land:

NO

☒ Kryss av hvis flere oppfinnere er angitt i medfølgende skjema eller på eget ark.

SØKNAD s. 1 av 2

FLERE SØKERE

FLERE OPPFINNERE

PRIORITETER

VEILEDNING

## ADRESSE

Postboks 8160 Dep.  
Københavngaten 10  
0033 Oslo

## TELEFON

22 38 73 00  
TELEFAKS  
22 38 73 01

## BANKGIRO

8276.01.00192  
ORGANISASJONSNR.  
971526157 MVA



**PATENTSTYRET®**  
Styret for det industrielle rettsvern



... søknad om patent

SØKNAD s. 2 av 2

**Tittel** Gi en kort benevnelse eller tittel for oppfinnelsen (ikke over 256 tegn, inkludert mellomrom).

Tittel: **Anordning for demping av vibrasjoner og utbøyning av verktøy og/eller arbeidsstykker**

**PCT** Fylles bare ut hvis denne søknaden er en videreføring av en tidligere innlevert internasjonal søknad (PCT).

Inngivelsesdato (åååå.mm.dd):

Søknadsnummer:

PCT-søknadens dato og nummer:

PCT /

**Prioritetskrav** Hvis du ikke har søkt om denne oppfinnelsen tidligere (i et annet land eller i Norge) kan du gå videre til neste punkt.

**Prioritet kreves på grunnlag av tidligere innlevert søknad i Norge eller utlandet:**

Inngivelsesdato (åååå.mm.dd):

Landkode:

Søknadsnummer:

Opplysninger om tidligere søknad. Ved flere krav skal tidligste prioritet angis her:

☐ Flere prioritetskrav er angitt i medfølgende skjema, eller på eget ark.

**Mikroorganisme** Fylles bare ut hvis oppfinnelsen omfatter en mikroorganisme.

**Søknaden omfatter en kultur av mikroorganisme. Deponeringssted og nummer må oppgis:**

Deponeringssted og nummer (benytt gjerne eget ark):

☐ Prøve av kulturen skal bare utleveres til en særlig sakkyndig.

Nummer=

**Avdelt/utskilt** Hvis du ikke har søkt om patent i Norge tidligere, kan du gå videre til neste punkt.

**Søknaden er avdelt eller utskilt fra tidligere levert søknad i Norge:**

☐ Avdelt søknad

Dato (åååå.mm.dd):

Søknadsnummer:

☐ Utskilt søknad

Informasjon om opprinnelig søknad/innsendt tilleggsmateriale

**Annet**

☐ Søknaden er også levert per telefaks.

Oppgi dato (åååå.mm.dd):

☐ Jeg har bedt om forundersøkelse.

Oppgi nr (årstall - nummer - bokstav):

**Vedlegg** Angi hvilken dokumentasjon av oppfinnelsen du legger ved, samt andre vedlegg.

☒ Eventuelle tegninger i to eksemplarer

Oppgi antall tegninger:

☒ Beskrivelse av oppfinnelsen i to eksemplarer

☒ Patentkrav i to eksemplarer

☐ Fullmaktsdokument(er)

☒ Sammendrag på norsk i to eksemplarer

☐ Overdragelsesdokument(er)

☐ Dokumentasjon av eventuelle prioritetskrav (prioritetsbevis)

☐ Erklæring om retten til oppfinnelsen

☐ Oversettelse av internasjonal søknad i to eksemplarer (kun hvis PCT-felt over er fylt ut)

**Dato/underskrift** Sjekk at du har fylt ut punktene under «Søker», «Oppfinner» og «Vedlegg». Signer søknaden.

Sted og dato (blokkbokstaver):

2003-10-31

Navn i blokkbokstaver:

**Saksbehandler**  
**Arild Friberg**

Signatur:

NB! Søknadsavgiften vil bli fakturert for alle søknader (dvs. at søknadsavgiften ikke skal følge søknaden).  
Betalingsfrist er ca. 1 måned, se faktura.



**PATENTSTYRET**  
Styret for det industrielle rettsvern



# Flere oppfinnere

Dette skjemaet benyttes som vedlegg til patentsøknaden for å oppgi flere oppfinnere. **NB! Gi hver oppfinner et nummer.** Personen oppgitt på søknadsskjemaet vil alltid bli registrert som nr. 01. Første angivelse på dette skjema vil være oppfinner 02. Skjema for utfylling på datamaskin kan lastes ned fra [www.patentstyret.no](http://www.patentstyret.no).

➤ **Referanse** Gjenta referansen fra «kontaktinfo», eventuelt søkerens navn, som angitt på søknadsskjemaets første side. Må fylles ut!

Referanse:

106018

▼ Oppfinner nr:

2

Fornavn og mellomnavn:

Even

Etternavn:

Lund

☐ Oppfinner har tidligere vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Nedre Ila 27

Postnummer:

7018

Poststed:

Trondheim

Land:

NO

▼ Oppfinner nr:

Fornavn og mellomnavn:

Etternavn:

☐ Oppfinner har tidligere vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Postnummer:

Poststed:

Land:

▼ Oppfinner nr:

Fornavn og mellomnavn:

Etternavn:

☐ Oppfinner har tidligere vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Postnummer:

Poststed:

Land:

▼ Oppfinner nr:

Fornavn og mellomnavn:

Etternavn:

☐ Oppfinner har tidligere vært kunde hos Patentstyret.

Oppgi gjerne kundennummer:

Adresse:

Postnummer:

Poststed:

Land:

NB! Ved behov for mer plass benyttes flere skjema eller eget ark.

FLERE OPPFINNERE



**PATENTSTYRET®**  
Styret for det industrielle rettsvern

16 PATENTSTYRET

03-10-31\*20034883

AF/KR/HBS/106018

03/10/31

2003-10-31

Patentsøknad nr.: (ny)

Patentsøker: Teeness ASA.

Tittel:

"Anordning for demping av vibrasjoner og utbøyning av  
verktøy og/eller arbeidsstykker"

## OPPFINNELSENS OMRÅDE

Den foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte og en anordning for vibrasjonsdemping, samt demping av utbøyninger av verktøy og arbeidsstykker ved sponavvirkende bearbeiding.

5

## BAKGRUNN

10

Ved sponavvirkende bearbeiding, slik som dreining, boring eller fresing, oppstår ofte problemer med vibrasjoner og utbøyninger, spesielt når lengden på den ikke-innspennte delen av verktøyet, det såkalte overhenget, overstiger 4-5 ganger diameteren.

15

Vibrasjoner og utbøyninger hører nøye sammen. Ved tilsetting av skjæret til arbeidsstykket får man først en midlere utbøyning som skyldes bearbeidingskraften som påføres skjæret. Når verktøyet vibrerer, vil man få en pendlende bevegelse over og under den midlere utbøyningen (se figur 1). Denne bevegelsen vil forsterkes dersom de påtrykte frekvenser fra bearbeidingskraften nærmer seg verktøyets resonansfrekvenser.

20

Vibrasjonsproblemer oppstår som regel ved innvendig bearbeiding, da man ønsker å bearbeide dypt og man har liten mulighet til å øke diameteren på verktøyholderen. To vibrasjonstyper er spesielt problematiske; bøyesvingninger som gjelder utbøyninger, og torsjonssvingninger som gjelder vridninger. Disse vibrasjonene medfører dårlig produktivitet, dårlig overflateruhet, minsket levetid på verktøy og gjør ofte bearbeiding umulig.

25

På grunn av utbøyninger av verktøy så vil man ikke oppnå det ønskede målet eller den ønskede formen etter et kutt. Ved å kunne justere den midlere utbøyningen vil man kunne komme nærmere ønsket mål eller form. Man kan også styre midlere utbøyning slik at man får en form på sluttproduktet som ellers ville kreve et spesialverktøy.

30

Arbeidsstykker, særlig arbeidsstykker med tynnvegget tverrsnitt, er også utsatt for de samme problemene med midlere utbøyning samt vibrasjoner. Det er da som regel arbeidsstykket som bøyes ut, mens verktøyet forholder seg mer i ro.

Vibrasjonsdemping for sponavvirkende bearbeiding har hittil vanligvis skjedd ved bruk av passive, mekaniske dempere der en masse av tyngre materiale er opplagret i fjær- og demper-elementer (tomasse system) som igjen er opplagret i verktøyet (se for eksempel US 5.413.318). Problemet med mekaniske dempere er blant annet at de tunge materialene koster mye, hvert verktøy er begrenset til spesifikke overhengslengder og at demperen opptar plass i verktøyholderen, noe som medfører en svekking av verktøyet. Materialene olje og gummi er mye brukt og de kan være vanskelige å få i stabil kvalitet og de endrer egenskaper med temperatur og levetid. Slike dempesystemer har i tillegg begrensninger i hvor lave frekvenser som kan oppnås. Tomasse-dempere bidrar i tillegg med en ekstra masse som gjør det vanskelig å balansere roterende verktøy ved høyere turtall.

Aktiv damping av verktøyholdere kan for eksempel oppnås ved bruk av piezoelektriske kraftaktuatorer. Slike kraftaktuatorer er tidligere blitt brukt blant annet i passive elektriske dempere, for eksempel ved shuntkoblede kraftaktuatorer i ski, tennisracketter og golfkøller. I aktive systemer benyttes typisk en piezoelektrisk kraftaktuator, som er limt eller festet på annen måte til eller i verktøyholderen. Aktuatorens vil da overføre kraften til verktøyet via skjærkrefter. Et styringssystem, typisk et adaptivt reguleringsystem, styrer aktuatorkraften ved hjelp av informasjon fra en sensor, typisk et akselerometer. For å best mulig kunne dempe vibrasjoner i et slikt verktøy er man avhengig av at aktuatoren ligger nærme innspenningen av verktøyholderen. Problemet med de angitte plasseringer av aktuatorer er at de ikke tilbyr fleksibilitet i overhengslengde. I tillegg vil overføringen av krefter til verktøyet være ueffektiv, da disse skjærkreftene må være svært store for å kunne motvirke bevegelser ytterst på skjærspissen.

Kjent teknikk omfatter plassering av aktuatorer direkte på eller innfelt i lommer på verktøyholder, og kreftene blir da overførte fra aktuatoren til verktøyholder via skjærkrefter. Med en slik innfesting av aktuatorer vil man være låst med tanke på overhengslengder og kraftretning.

## SAMMENFATNING AV OPPFINNELSEN

Oppfinnelsen løser eller i det minste letter problemene med kjent teknikk som angitt over.

5 I et første aspekt tilveiebringer oppfinnelsen en anordning for vibrasjonsdemping og/eller styring av utbøyning av et objekt ved sponavvirkende bearbeiding, der anordningen er kjennetegnet ved at den omfatter minst én kraftpåføringsanordning for påføring av en kraft med en kraftkomponent rettet vinkelrett på objektets overflate og/eller for påføring av et moment på objektet.

10 I en utførelsesform omfatter anordningen en momentoverføringsanordning for overføring av momentet fra den minst ene kraftpåføringsanordning til objektet. Momentoverføringsanordningen kan omfatte en kraftoverføringsanordning som omslutter objektet. I enda en utførelsesform kan kraftpåføringsanordningen være  
15 anordnet mellom en innspenning for objektet og kraftoverføringsanordningen, og være festet til eller innfelt i innspenningen. Momentoverføringsanordningen kan videre omfatte en posisjoneringsanordning for kraftpåføringsanordningen, der posisjoneringsanordningen omslutter objektet, og at kraftpåføringsanordningen er anordnet mellom kraftoverføringshylsen og posisjoneringshylsen. Et elastisk mate-  
20 riale kan være anordnet mellom kraftoverføringsanordningen og posisjoneringshylsen. Det elastiske materiale kan være anordnet mellom den minst ene kraftpåføringsanordning og objektet eller mellom den minst ene kraftpåføringsanordning og posisjoneringsanordning. Det elastiske materiale kan være av gummi. Kraftpåføringsanordningen kan være innrettet slik at det utøves en kraft med en kraftkomponent vinkelrett på kraftoverføringsanordningen og samtidig parallelt med objektets  
25 overflate.

I en alternativ utførelsesform er anordningen utstyrt med en posisjoneringsanordning for den minst ene kraftpåføringsanordning for innfesting og posisjonering av  
30 nevnte kraftpåføringsanordning i forhold til objektet. Kraftoverføringsanordning kan da være omsluttet objektet og være anordnet mellom nevnte kraftpåføringsanordning og objektet. Kraftoverføringsanordningen og nevnte kraftpåføringsanordning kan være anbrakt i posisjoneringsanordningen.



I enda en alternativ utførelsesform kan anordningen omfatte en momentoverføringsanordning for overføring av momentet fra den minst ene kraftpåføringsanordning til objektet, der momentoverføringsanordningen utgjøres av en koplingsdel for objektet for innfesting av objektet til en innspenning for objektet. Kraftpåføringsanordningen kan da være anordnet i innspenningen for objektet.

I et andre aspekt tilveiebringer oppfinnelsen en anordning for vibrasjonsdemping av et objekt ved sponavvirkende bearbeiding, der anordningen er kjennetegnet ved at den omfatter minst én dempeanordning for opptak av vibrasjoner fra objektet, der dempeanordningen er anordnet for å oppta en kraftkomponent rettet vinkelrett på objektets overflate eller for å oppta et moment fra objektet. En momentoverføringsanordning vil i dette andre aspektet overføre momentet fra objektet til den minst ene dempeanordning. Momentoverføringsanordningen kan omfatte en kraftoverføringsanordning som omslutter objektet. Dempeanordningen kan være anordnet mellom en innspenning for objektet og kraftoverføringsanordningen og være festet til eller innfelt i innspenningen. Momentoverføringsanordningen kan videre omfatte en posisjoneringsanordning for dempeanordningen der posisjoneringsanordningen omslutter objektet, og dempeanordningen kan være anordnet mellom kraftoverføringshylsen og posisjoneringshylsen. Et elastisk materiale kan være anordnet mellom kraftoverføringsanordningen og posisjoneringshylsen. Det elastiske materialet kan være av gummi og være anordnet mellom den minst ene dempeanordning og objektet eller mellom den minst ene dempeanordning og posisjoneringsanordningen. Dempeanordningen kan være innrettet slik at det opptas en kraft med en kraftkomponent vinkelrett på kraftoverføringsanordningen og samtidig parallelt med objektets overflate.

I en alternativ utførelsesform omfatter anordningen en posisjoneringsanordning for den minst ene dempeanordning, for innfesting og posisjonering av nevnte dempeanordning i forhold til objektet. En kraftoverføringsanordning kan da omslutte objektet og være anordnet mellom nevnte dempeanordning og objektet. Kraftoverføringsanordningen og nevnte dempeanordning kan være anbrakt i posisjoneringsanordningen.

I enda en alternativ utførelsesform kan anordningen omfatte en momentoverføringsanordning for overføring av momentet fra objektet til den minst ene dempeanordning, der momentoverføringsanordningen utgjøres av en kopplingsdel for objektet for innfesting av objektet til en innspenning for objektet. Dempeanordning kan  
5 være anordnet i innspenningen for objektet.

I en ytterligere utførelsesform av oppfinnelsen i henhold til de to aspektene kan anordningen være forskyvbart anordnet i forhold til objektet. Den minst ene kraftpåføringsanordning eller dempeanordning kan videre utgjøres av minst en aktuator. Den minst ene kraftpåføringsanordning kan utgjøres av minst en aktuator der  
10 anordningen omfatter en styreenhet for regulering av pådrag på den minst ene aktuator. En sensor kan være anordnet på eller i objektet for registrering av vibrasjoner i og/eller utbøyning av objektet, og en styreenhet kan være anordnet for mottak av signaler fra sensoren for regulering av pådrag på nevnte aktuator basert  
15 på de nevnte signaler. Sensoren kan være et akselerometer.

Aktuatoren kan være en shaker, en pneumatisk og hydraulisk aktuator, en piezoelektrisk kraft-aktuator eller en annen kraft-, trykk- eller torsjonsaktuator. Aktuatorene kan videre styres passivt for eksempel ved bruk av pneumatiske dempere eller shuntkoblede aktuatorer, og/eller aktivt ved for eksempel bruk av en dempe-  
20 algoritme. Et passivt dempesystem kan i tillegg være anordnet i objektet.

Anordningen ifølge de to aspektene av oppfinnelsen kan videre være modulær og tillate bruk av ulike dimensjoner og geometriske utforminger av objektet. Objektet  
25 kan være en verktøyholder eller et arbeidsstykke. Videre kan objektet være roterende eller ikke-roterende. Anordningen kan videre omfatte minst én dempeanordning for opptak av vibrasjoner fra objektet, der dempeanordningen er anordnet for å oppta en kraftkomponent rettet vinkelrett på objektets overflate eller for å oppta et moment fra objektet.

30 Den foreliggende oppfinnelse benytter aktuatorer med en fleksibel innfestningsanordning (opplagring) slik at aktuatorene kan flyttes og kreftene påføres direkte på verktøyholder eller via hylse(r). Fordelen er at overhengen til verktøyet, samt kraftretningen kan endres i forhold til de skjærekreftene som oppstår ved skjærproses-

sen, eller det ønskes påført en kraft i en bestemt ønsket retning. Oppfinnelsen gjør det også mulig å benytte verktøyholdere med forskjellig form og dimensjoner i samme holder. Med den foreliggende oppfinnelse kan energien (kraft og bevegelse) som påføres verktøyet økes betraktelig sammenlignet med den kjente teknologien på dette feltet, der kraften påføres via skjærkrefter av aktuatorer plassert direkte på eller innfelt i lommer på verktøyholderen som beskrevet tidligere.

## BESKRIVELSE AV FIGURER

Utførelsesformer av oppfinnelsen vil nå bli beskrevet med utgangspunkt i de følgende tegningene der:

Figur 1 viser en grafisk fremstilling av flere ulike midlere bearbeidingskrefter under bearbeiding, samt variasjoner rundt disse;

Figur 2a viser utbøyning av verktøy ved momentoverføring;

Figur 2b viser utbøyning av verktøy ved direkte kraftpåføring;

Figur 3a viser eksempler på aktuatorplassering med kraftretning og angrepspunkt i forhold til et objekt i henhold til forskjellige utførelsesformer av oppfinnelsen;

Figur 4 er en prinsippskisse av verktøy med momentoverføring i henhold til en utførelsesform av oppfinnelsen;

Figur 5 er en prinsippskisse av verktøy med direkte kraftoverføring i henhold til en utførelsesform av oppfinnelsen;

Figur 6 er en prinsippskisse av arbeidsstykkedemping med momentoverføring i henhold til en utførelsesform av oppfinnelsen; og

Figur 7 er et utførelseseksempel av den foreliggende oppfinnelse som viser hvordan aktuatorer kan presse direkte på en koblingsdel eller flens.

## DETALJERT BESKRIVELSE

Noen begreper i den følgende beskrivelse er gitt en nærmere forklaring, som følger:

**Verktøyholder:** Er i denne sammenheng ment som det elementet som holder skjæret. Dette kan for eksempel være skjærhode, fres, borstang med integrert skjær eller en kombinasjon med skjærhode/fresehode og adapter.

**Skjær:** Fastspent bit av hardt materiale med skjærende egger som avvirker materiale.

**Verktøy:** Sammenstillingen av verktøyholder(e) og skjær.

**Holder/verktøynnspenning:** Det elementet i verktøymaskinen som holder verktøyet. Kan for eksempel være splittholder, captoholder, HSK-holder, Steilkon.

**Aktiv damping:** Damping som styres og tilføres energi fra en ekstern kilde. Kan for eksempel være aktuatorer som styres med en ekstern mikrokontroller og som tilføres energi ved en ekstern kraftforsterker. Fordelene med bruk av aktiv damping er blant annet at du i utgangspunktet kan tilføre så mye energi som du ønsker til systemet og at du har mulighet for å styre pådraget ved hjelp av adaptive algoritmer.

**Passiv damping:** Damping som ikke styres eller tilføres energi fra en ekstern kilde. Kan for eksempel være aktuatorer som demper ved elektrisk tap i en shuntkobling innebygd i systemet eller en mekanisk tomassedemper, som beskrevet i patent US 5.413.318.

**Modulær:** En fleksibel anordning der innsatser tilpasset utformingen av verktøyholderen inngår som moduler. En modul bestående av en hylse med sirkulært hulrom kan holde et sirkulært verktøy med en gitt diameter mens en modul med et rektangulært hulrom kan holde et rektangulært verktøy. En modul kan også være tilpasset verktøyets koblingsdel.

Et gammelt prinsipp for kraftforsterkning er momentprinsippet (vektarm). Ved bruk av en lang arm behøves ikke like store krefter som ved bruk av en kort arm for å få et like stort moment. Utbøyning som følge av bøyekrefter for en homogen kragbjelke er gitt ved  $u = SL^3/3EI$ , mens utbøyning som følge av et bøyemoment er gitt ved  $u = ML^2/2EI$ , der  $S$  er utbøyingskraft,  $L$  er avstand fra senter,  $M$  er moment,  $E$  er elastisitetsmodulen og  $I$  er annet arealmoment. Ved superposisjon av disse likningene, får en at momentet må økes dersom en gitt økning av bearbeidingskraft oppstår for å holde enden av bjelken i ro. Dette momentet kan økes ved å øke kraften eller armen i bøyemomentet. For torsjon må tilsvarende kraften eller armen i torsjonsmomentet økes for å motvirke torsjonsmomentet som skyldes bearbeidingskraften.

Ved direkte påtrykking av krefter radielt får en tilsvarende utbøyning gitt ved  $u = FL^3/3EI$ , der  $F$  er aktuatorkraften.

Sammenligning av de ulike prinsippene for kraftoverføring viser at både direkte kraftpåtrykking og energioverføring ved momentprinsippet gir bedre energioverføring (større kraft og bevegelse) til verktøyet enn overføring via skjærkrefter.

5 For å utnytte prinsippene med moment eller direkte kraftoverføring kan en benytte en eller flere kraftaktuatorer, for eksempel piezokeramiske kraftaktuatorer, kraftaktuatorer som er stablet - stackaktuatorer, hydrauliske eller pneumatiske aktuatorer. Disse bør plasseres slik at det blir overført nok krefter til at den ønskede bevegelsen oppnås. Ved momentoverføring så vil bevegelsen av verktøyholderen  
10 øke jo nærmere bevegelsen som skyldes aktuatoren er i forhold til verktøyholderen, men samtidig så øker den nødvendige kraften (se figur 2a). For direkte kraftoverføring så vil bevegelsen av verktøyholderen øke jo nærmere angrepspunktet til aktuatoren er selve innspenningen av verktøyholderen, men for å få den bevegelsen av verktøyet som er ønskelig vil den nødvendige kraften fra aktuatoren øke  
15 jo nærmere aktuatoren er innspenningen (se figur 2b). For begge prinsippene er plasseringen avhengig av størrelsen på verktøyholderen, aktuatorbevegelsen, aktuatorstivheten og aktuatorkraften.

Bevegelsen påført fra aktuatorene kan motvirke eller forsterke vibrasjoner/vridninger/utbøyninger ved å orientere aktuatorene i aktuell retning. To eller flere aktuatorer kan utgjøre kraftpar.  
20

Aktuatorene kan være innfestet i en hylse påmontert verktøyholderen, i verktøyholderens koblingsdel (for eksempel i flens for griper), i innspenningen for verktøyholderen eller integrert i maskinkopling (for eksempel revolver eller spindel/chuck).  
25

Ved momentoverføringsprinsippet er en hylse for overføring av krefter fra aktuatorene fastspent til verktøyholderen foran aktuatorene. Denne hylsen bør være stiv for å best mulig overføre moment fra aktuatorene og være lett for å bidra med  
30 minst mulig masse til verktøyets egensvingninger. I tillegg bør hylsen ha en viss bredde for å unngå for store punktspenninger. I en alternativ utførelsesform kan verktøyholderens koblingsdel (se figur 7) brukes til å overføre momentet til verktøyet istedenfor momentoverføringshylsen.

Både momentoverføringshylsen og en eventuell festehylse for aktuatoren(e) kan flyttes langs verktøyholderen til ønsket posisjon. Med verktøy som ikke har fast overheng (ikke modulære verktøy) kan verktøyet i tillegg flyttes inn og ut av holder. Dette medfører til sammen en veldig stor fleksibilitet med hensyn til overhengs-  
 5 lengde. Med eller uten bruk av innleggshylser kan systemet omfatte mange ulike verktøy, med mange ulike utførelser.

Ved bruk av prinsippet med direkte kraftoverføring vil aktuatoren tilføre krefter ved påtrykning direkte på verktøyholderen eller på en hylse fastspent til verktøy-  
 10 holderen.

I stedet for en hylse kan en annen kraftoverføringsanordning benyttes, som klave, brakett, gaffel eller liknende.

15 Aktuatorene kan kontrolleres aktivt ved for eksempel bruk av en dempealgoritme og/eller passivt (shunt), og med eller uten sensorer, for eksempel i form av et akselerometer. Systemet kan også benyttes i kombinasjon med andre aktive, for eksempel adaptiv mekanisk, eller passive systemer som for eksempel mekanisk demper. I stedet for eller i tillegg til aktuatorer kan oppfinnelsen benytte passive demp-  
 20 ere, for eksempel gummi eller hydrauliske/pneumatiske støtdempere, til å dempe vibrasjoner.

### Eksempler på utførelsesformer

#### 25 Kraftoverføring ved momentprinsippet.

Figur 4 viser en utførelsesform av dempeanordningen ifølge oppfinnelsen. En verktøyholder 2 er anbrakt i en verktøyinnspenning 5. Et skjær 1 til sponavvirke-  
 ende bearbeiding av et arbeidsstykke 10, er fastspent til verktøyholderen 2. Verktøyinnspenningen 5 kan være modulær og tilpasses forskjellige diametere og geo-  
 30 metriske utforminger (for eksempel trekantet, oval, firkantet) av verktøyholderen. Aktuatorene 7 er festet mellom verktøyinnspenningen 5 eller en egen hylse for å holde aktuatoren 4 og en momentoverføringshylse 3 i en avstand ut fra overflaten til verktøyholderen 2. Aktuatorene 7 er festet til eller innfelt i verktøyinnspenningen 5 på den siden som vender mot skjæret 1. Alternativt kan aktuatorene 7 være fes-

tet til en egen posisjoneringshylse 4 for aktuatorene. Posisjoneringshylsen 4 kan være atskilt fra verktøyholderen 5 slik at dempeanordningen kan forskyves langs stangkroppen. Kraften fra aktuatorene 7 kan virke slik at de deformerer verktøyholder 2 direkte eller at verktøyholder 2 og eller verktøyinnspenning 5 er opplagret slik at de tillater bevegelsen fra aktuatorene 7 uten at de (2,5) blir deformert.

Momentoverføringshylsen 3 omslutter verktøyholderen 2 og overfører moment fra aktuatorene 7 og til verktøyholderen 2. For ytterligere damping kan et elastisk materiale 11, for eksempel av gummi, anbringes som utfyllende materiale mellom verktøyholderen og momentoverføringshylsen 3. I utførelsesformen som inkluderer en posisjoneringshylse 4 for aktuatorene 7 kan det elastiske materialet anbringes mellom kraftoverføringshylsen 3 og posisjoneringshylsen 4. Det elastiske materialet kan anbringes mellom aktuator 7 og verktøyholder 2 eller anbringes på utsiden av aktuatorene 7.

Aktuatorene 7 kan styres aktivt ved hjelp av en styringsenhet 8. En sensor 6 for måling av utbøyning og eller vibrasjon, for eksempel et akselerometer, kan anbringes på eller i verktøyholderen 2 i nærheten av skjæret 1. Signaler fra akselerometeret 6 overføres til styringsenheten 8 på prinsippfiguren gjennom ledninger 9 og styringsenheten 8 kan da regulere pådrag på aktuatorene 7 basert på signalene fra sensoren. Signalene fra sensoren 6 kan også overføres trådløst til styringsenheten.

Aktuatorene kan kontrolleres aktivt ved for eksempel bruk av en dempealgoritme eller passivt for eksempel ved bruk av pneumatisk dempere eller shuntkoblede aktuatorer, og med eller uten sensorer for eksempel i form av et akselerometer. Systemet kan også benyttes i kombinasjon med andre aktive, for eksempel adaptiv mekanisk, eller passive systemer som for eksempel mekanisk demper. Aktuatorene kan være en shaker, en pneumatisk eller hydraulisk aktuator, en piezoelektrisk kraft-aktuator eller en annen kraft-, trykk- eller torsjonsaktuator.

Ved bruk av passive aktuatorer 7 vil anordningen fungere som en dempeanordning der vibrasjoner opptas fra objektet istedenfor å aktivt påtrykke krefter på





Aktuatorene kan kontrolleres aktivt ved for eksempel bruk av en dempealgoritme eller passivt (for eksempel ved bruk av pneumatiske dempere eller shuntkoblede aktuatorer), og med eller uten sensorer for eksempel i form av et akselerometer. Systemet kan også benyttes i kombinasjon med andre aktive (for eksempel adaptiv mekanisk) eller passive systemer (for eksempel mekanisk demper). Aktuatorene kan være en shaker, en pneumatisk eller hydraulisk aktuator, en piezoelektrisk kraft-aktuator eller en annen kraft-, trykk- eller torsjonsaktuator.

Kraften og bevegelsen som vi får fra en aktuator kan ha forskjellige orienteringer og angrepspunkt som vist i figur 3. Pilene angir eksempler på hvordan aktuatorene kan orienteres og hvordan kraftvektorene kan angripe verktøyet eller arbeidsstykket ved momentoverføring og direkte kraftoverføring. Flere aktuatorer kan benyttes og større krefter samt ulik orientering av disse i flere ønskede retninger kan da oppnås.

Som for dempesystemet vist i figur 4 vil også bruk av passive aktuatorer 7 som forklart over resultere i at anordningen fungerer som en dempeanordning der vibrasjoner opptas fra objektet istedenfor å aktivt påtrykke krefter på objektet. De forskjellige konstruktive delene av dempesystemet vil være de samme, men krefter vil da overføres direkte eller ved momentprinsippet fra objektet 2 til aktuatorene 7.

#### **Roterende og ikke-roterende verktøy.**

Prinsippene med bruk av direkte kraftpåføring og moment kan benyttes på roterende (fres, borr) så vel som ikke-roterende (drei) verktøy. I tilfeller med ikke-roterende verktøy holdes verktøy 2, aktuatorer 7, hylser 3,4 og holder 5 i ro mens arbeidsstykket 10 roterer. Ved roterende verktøy holdes arbeidsstykket 10 i ro mens verktøy 2 og holder 5 roterer. Aktuatorer 7, og hylser 3,4 kan rotere med verktøyet, men kan også holdes i ro. Dersom aktuatorene roterer med verktøyet kan signal og energi overføres enten trådløst eller ved for eksempel slepekabler.

#### **Vibrasjonsdemping og utbøyning av arbeidsstykker.**

Figur 6 viser en utførelsesform av en dempeanordning for arbeidsstykker ifølge oppfinnelsen. Ved demping av arbeidsstykker kan både prinsippet for moment-

overføring og direkte kraftoverføring benyttes. Figur 6 illustrerer en utførelsesform der momentoverføring benyttes.

Arbeidsstykket 10 kan være innspent i for eksempel en chuck 13 og en brille 12.

- 5 En dempeanordning i henhold til oppfinnelsen basert på momentprinsippet eller direkte kraftpåføring omslutter arbeidsstykket 10. En sensor 6 kan være festet på eller innbygd i arbeidsstykket 10 for registrering av vibrasjoner. Denne utførelsesformen av dempeanordningen har samme konstruksjon som utførelsesformen vist i figur 4 når det gjelder plassering av elastisk materiale 11, kraftaktuatorer 7, samt
- 10 kraftoverføringshylsen 3. Hele dempeanordningen vist i figur 6 er imidlertid forskyvbar på arbeidsstykket, og posisjoneringshylsen for aktuatoren 4 er derfor festet til det elastiske materialet samt aktuatorene 7. Aktuatorene kan styres aktivt ved hjelp av en styringsenhet 8 koplet til dempeanordningen via ledninger 9.

- 15 Også i denne utførelsesformen kan passive aktuatorer benyttes. Disse vil da ta opp vibrasjoner fra arbeidsstykket for demping av dette, istedenfor å aktivt påtrykke krefter på dette.

- Ofte ved tynnveggede arbeidsstykker eller ved langt overheng på arbeidsstykke så vil det ved bearbeiding oppstå problemer med vibrasjoner på arbeidsstykke. Problemet oppstår både ved innvendig og utvendig bearbeiding slik at prinsippet til dempeanordningen er slik at den kan monteres både innvendig og utvendig på arbeidsstykket.
- 20

- 25 Figur 7 viser en utførelsesform av dempeanordningen der momentoverføringen skjer via en koplingsdel for verktøyholderen 2. Koplingsdelen fester verktøyholderen 2 til en innspenning 5 for verktøyholderen. Koplingsdelen overfører krefter til verktøyholderen via momentoverføringsprinsippet ved påtrykking av krefter fra aktuatorene 7 på koplingsdelen helt i ytterkanten av denne. Det oppnås et moment ved at angrepspunktet for kraften plasseres utenfor overflaten til verktøyet. Ved at
- 30 man forflytter aktuatorene ut fra selve verktøyet oppnås et verktøy med større mulighet til å variere overhengen.

Utførelsesformer av oppfinnelsen er beskrevet i det ovenstående. Det vil imidlertid være klart for en fagmann på området at oppfinnelsen kan omfatte andre utførelsesformer, som definert i de etterfølgende patentkravene.



## PATENTKRAV

1. Anordning for vibrasjonsdemping og/eller styring av utbøyning av et objekt (2, 10) ved sponavvirkende bearbeiding,  
5 karakterisert ved at anordningen omfatter minst én kraftpåføringsanordning (7) for påføring av en kraft med en kraftkomponent rettet vinkelrett på objektets (2,10) overflate og/eller for påføring av et moment på objektet (2, 10).
2. Anordning ifølge krav 1,  
10 karakterisert ved at anordningen omfatter en momentoverføringsanordning for overføring av momentet fra den minst ene kraftpåføringsanordning (7) til objektet (2, 10).
3. Anordning ifølge krav 2,  
15 karakterisert ved at momentoverføringsanordningen omfatter en kraftoverføringsanordning (3) som omslutter objektet (2, 10).
4. Anordning ifølge krav 3,  
20 karakterisert ved at kraftpåføringsanordningen (7) er anordnet mellom en innspenning (5) for objektet (2) og kraftoverføringsanordningen (3), og er festet til eller innfelt i innspenningen (5).
5. Anordning ifølge krav 3 eller 4,  
25 karakterisert ved at momentoverføringsanordningen omfatter en posisjoneringsanordning (4) for kraftpåføringsanordningen (7), der posisjoneringsanordningen (4) omslutter objektet (2, 10), og at kraftpåføringsanordningen (7) er anordnet mellom kraftoverføringshylsen (3) og posisjoneringshylsen (4).
6. Anordning ifølge ett av kravene 2-5,  
30 karakterisert ved at et elastisk materiale (11) er anordnet mellom kraftoverføringsanordningen (3) og posisjoneringshylsen (4).

7. Anordning ifølge krav 6,  
karakterisert ved at det elastiske materiale (11) er anordnet mellom  
den minst ene kraftpåføringsanordning (7) og objektet (2, 10) eller mellom den  
minst ene kraftpåføringsanordning (7) og posisjoneringsanordning (4).

5

8. Anordning ifølge krav 6 eller 7,  
karakterisert ved at det elastiske materiale (11) er av gummi.

9. Anordning ifølge krav 3,  
10 karakterisert ved at kraftpåføringsanordningen (7) er innrettet slik at  
det utøves en kraft med en kraftkomponent vinkelrett på kraftoverføringsanordnin-  
gen (3) og samtidig parallelt med objektets overflate.

10. Anordning ifølge krav 1,  
15 karakterisert ved en posisjoneringsanordning (4) for den minst ene kraft-  
påføringsanordning (7), for innfesting og posisjonering av nevnte kraftpåføringsan-  
ordning (7) i forhold til objektet (2, 10).

11. Anordning ifølge krav 10,  
20 karakterisert ved en kraftoverføringsanordning (3) som omslutter objek-  
tet (2, 10) og er anordnet mellom nevnte kraftpåføringsanordning (7) og objektet  
(2, 10).

12. Anordning ifølge krav 11,  
25 karakterisert ved at kraftoverføringsanordningen (3) og nevnte kraftpå-  
føringsanordning (7) er anbrakt i posisjoneringsanordningen (4).

13. Anordning ifølge krav 1,  
30 karakterisert ved at anordningen omfatter en momentoverføringsan-  
ordning for overføring av momentet fra den minst ene kraftpåføringsanordning (7)  
til objektet (2), der momentoverføringsanordningen utgjøres av en koplingsdel for  
objektet (2) for innfesting av objektet (2) til en innspenning (5) for objektet.

14. Anordning ifølge krav 13,

karakterisert ved at nevnte kraftpåføringsanordning (7) er anordnet i innspenningen (5) for objektet (2).

5 15. Anordning for vibrasjonsdemping av et objekt (2, 10) ved sponavvirkende bearbeiding,

karakterisert ved at anordningen omfatter minst én dempeanordning (7) for opptak av vibrasjoner fra objektet (2, 10), der dempeanordningen er anordnet for å oppta en kraftkomponent rettet vinkelrett på objektets overflate eller for å  
10 oppta et moment fra objektet.

16. Anordning ifølge krav 15,

karakterisert ved at anordningen omfatter en momentoverføringsanordning for overføring av momentet fra objektet (2, 10) til den minst ene dempeanordning (7).  
15

17. Anordning ifølge krav 16,

karakterisert ved at momentoverføringsanordningen omfatter en kraftoverføringsanordning (3) som omslutter objektet (2, 10).  
20

18. Anordning ifølge krav 17,

karakterisert ved at dempeanordningen (7) er anordnet mellom en innspenning (5) for objektet (2) og kraftoverføringsanordningen (3), og er festet til eller innfelt i innspenningen (5).  
25

19. Anordning ifølge krav 17 eller 18,

karakterisert ved at momentoverføringsanordningen omfatter en posisjoneringsanordning (4) for dempeanordningen (7), der posisjoneringsanordningen (4) omslutter objektet (2, 10), og at dempeanordningen (7) er anordnet mellom  
30 kraftoverføringshylsen (3) og posisjoneringshylsen (4).

20. Anordning ifølge ett av kravene 16-19,

karakterisert ved at et elastisk materiale (11) er anordnet mellom kraftoverføringsanordningen (3) og posisjoneringshylsen (4).

21. Anordning ifølge krav 20,  
karakterisert ved at det elastiske materiale (11) er anordnet mellom  
den minst ene dempeanordning (7) og objektet (2, 10) eller mellom den minst ene  
5 dempeanordning (7) og posisjoneringsanordning (4).

22. Anordning ifølge krav 20 eller 21,  
karakterisert ved at det elastiske materiale (11) er av gummi.

10 23. Anordning ifølge krav 16,  
karakterisert ved at dempeanordningen (7) er innrettet slik at det opp-  
tas en kraft med en kraftkomponent vinkelrett på kraftoverføringsanordningen (3)  
og samtidig parallelt med objektets overflate.

15 24. Anordning ifølge krav 15,  
karakterisert ved en posisjoneringsanordning (4) for den minst ene dem-  
peanordning (7), for innfesting og posisjonering av nevnte dempeanordning (7) i  
forhold til objektet (2, 10).

20 25. Anordning ifølge krav 24,  
karakterisert ved en kraftoverføringsanordning (3) som omslutter objek-  
tet (2, 10) og er anordnet mellom nevnte dempeanordning (7) og objektet (2, 10).

25 26. Anordning ifølge krav 25,  
karakterisert ved at kraftoverføringsanordningen (3) og nevnte dempe-  
anordning (7) er anbrakt i posisjoneringsanordningen (4).

27. Anordning ifølge krav 1,  
karakterisert ved at anordningen omfatter en momentoverføringsan-  
30 ordning for overføring av momentet fra objektet (2) til den minst ene dempeanord-  
ning (7), der momentoverføringsanordningen utgjøres av en koplingsdel for objek-  
tet (2) for innfesting av objektet (2) til en innspenning (5) for objektet.

28. Anordning ifølge krav 27,  
karakterisert ved at nevnte dempeanordning (7) er anordnet i innspenn-  
ingen (5) for objektet (2).

5 29. Anordning ifølge ett av kravene 1-26,  
karakterisert ved at anordningen er forskyvbart anordnet i forhold til  
objektet (2, 10).

10 30. Anordning ifølge ett av kravene 1-29,  
karakterisert ved at den minst ene kraftpåføringsanordning eller dem-  
peanordning utgjøres av minst en aktuator (7).

15 31. Anordning ifølge ett av kravene 1-29,  
karakterisert ved at den minst ene kraftpåføringsanordning utgjøres av  
minst en aktuator (7) og der anordningen omfatter en styreenhet (8) for regulering  
av pådrag på den minst ene aktuator (7).

20 32. Anordning ifølge ett av kravene 1-14,  
karakterisert ved en sensor (6) anordnet på eller i objektet (2, 10) for re-  
gistrering av vibrasjoner i og/eller utbøyning av objektet (2, 10), og en styreenhet  
(8) for mottak av signaler fra sensoren (6) for regulering av pådrag på nevnte aktu-  
ator basert på de nevnte signaler.

25 33. Anordning ifølge krav 19,  
karakterisert ved at sensoren er et akselerometer.

30 34. Anordning ifølge ett av kravene 30-32,  
karakterisert ved at nevnte aktuator er en shaker, en pneumatisk og  
hydraulisk aktuator, en piezoelektrisk kraft-aktuator eller en annen kraft-, trykk-  
eller torsjonsaktuator.



35. Anordning ifølge ett av kravene 30-34,  
karakterisert ved at aktuatorene styres passivt for eksempel ved bruk  
av pneumatiske dempere eller shuntkoblede aktuatorer, og/eller aktivt ved for eks-  
empel bruk av en dempealgoritme.

5

36. Anordning ifølge ett av de foregående krav,  
karakterisert ved et passivt dempesystem anordnet i objektet (2, 10).

10

37. Anordning ifølge ett av de foregående krav,  
karakterisert ved at anordningen er modulær og tillater bruk av ulike di-  
mensjoner og geometriske utforminger av objektet (2, 10).

15

38. Anordning ifølge ett av de foregående krav,  
karakterisert ved at objektet er en verktøyholder (2).

39. Anordning ifølge ett av de foregående krav,  
karakterisert ved at objektet er et arbeidsstykke (10).

20

40. Anordning ifølge ett av de foregående krav,  
karakterisert ved at objektet (2, 10) kan være roterende eller ikke-  
roterende.

25

41. Anordning ifølge krav 1,  
karakterisert ved at anordningen omfatter minst én dempeanordning  
(7) for opptak av vibrasjoner fra objektet (2, 10), der dempeanordningen er anord-  
net for å oppta en kraftkomponent rettet vinkelrett på objektets overflate eller for å  
oppta et moment fra objektet.



## SAMMENDRAG

Oppfinnelsen angår en anordning for vibrasjonsdemping og/eller styring av utbøyning av et objekt (2, 10) ved sponavvirkende bearbeiding, der anordningen omfatter minst én kraftpåføringsanordning (7) for påføring av en kraft med en kraftkomponent rettet vinkelrett på objektets (2,10) overflate og/eller for påføring av et moment på objektet (2, 10). Oppfinnelsen angår videre en anordning for vibrasjonsdemping av et objekt (2, 10) ved sponavvirkende bearbeiding, der anordningen omfatter minst én dempeanordning (7) for opptak av vibrasjoner fra objektet (2, 10), der dempeanordningen er anordnet for å oppta en kraftkomponent rettet vinkelrett på objektets overflate eller for å oppta et moment fra objektet.



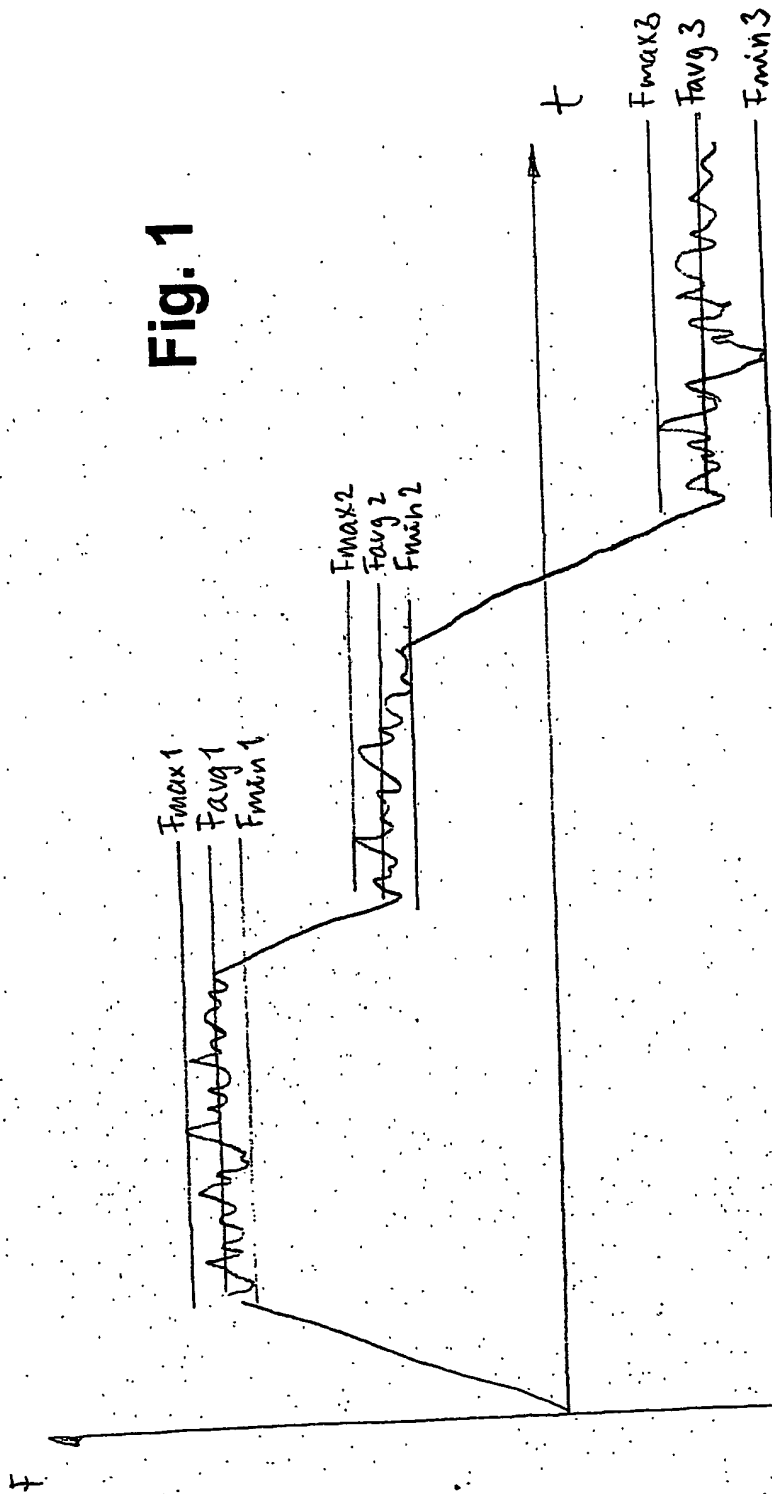
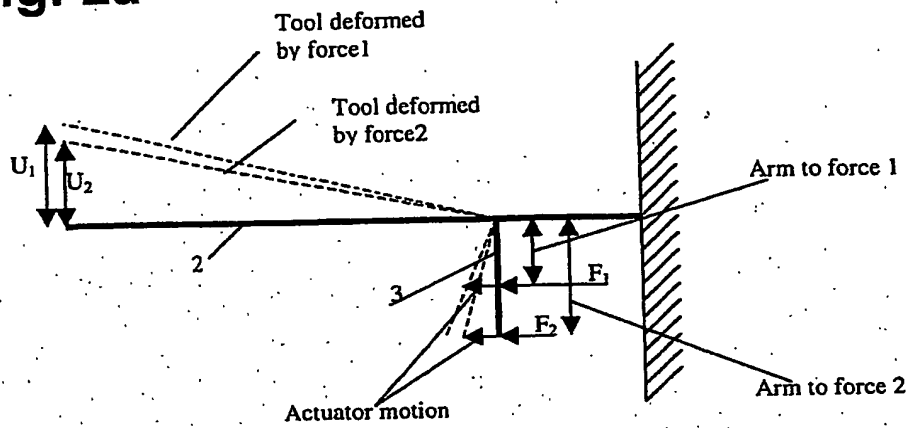


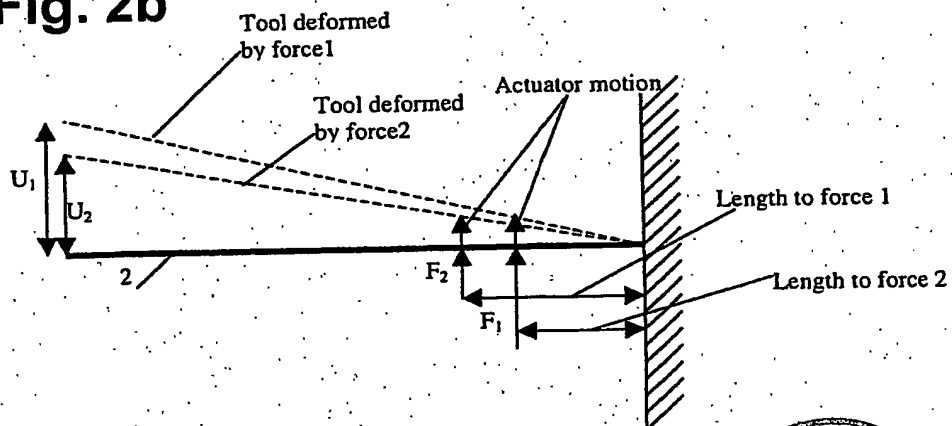
Fig. 1



**Fig. 2a**



**Fig. 2b**



**Fig. 3**

Example of actuator locations

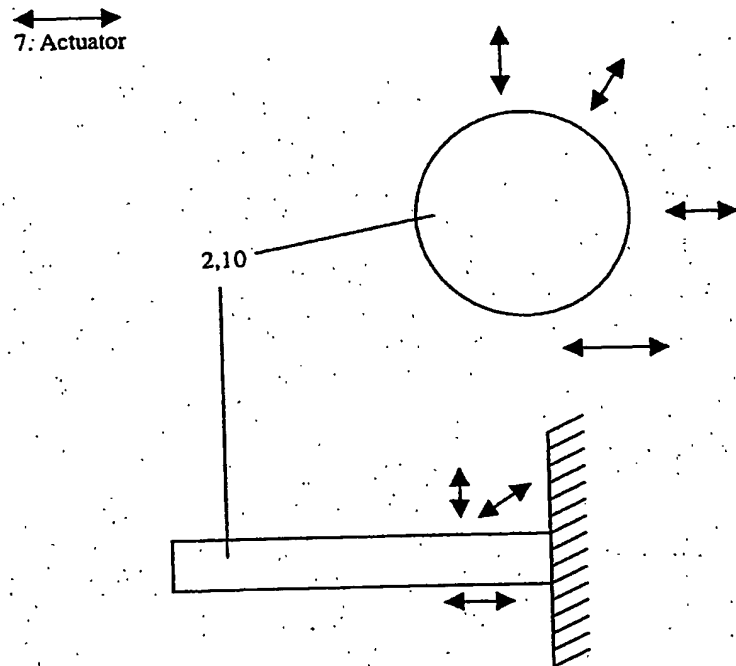




Fig. 4

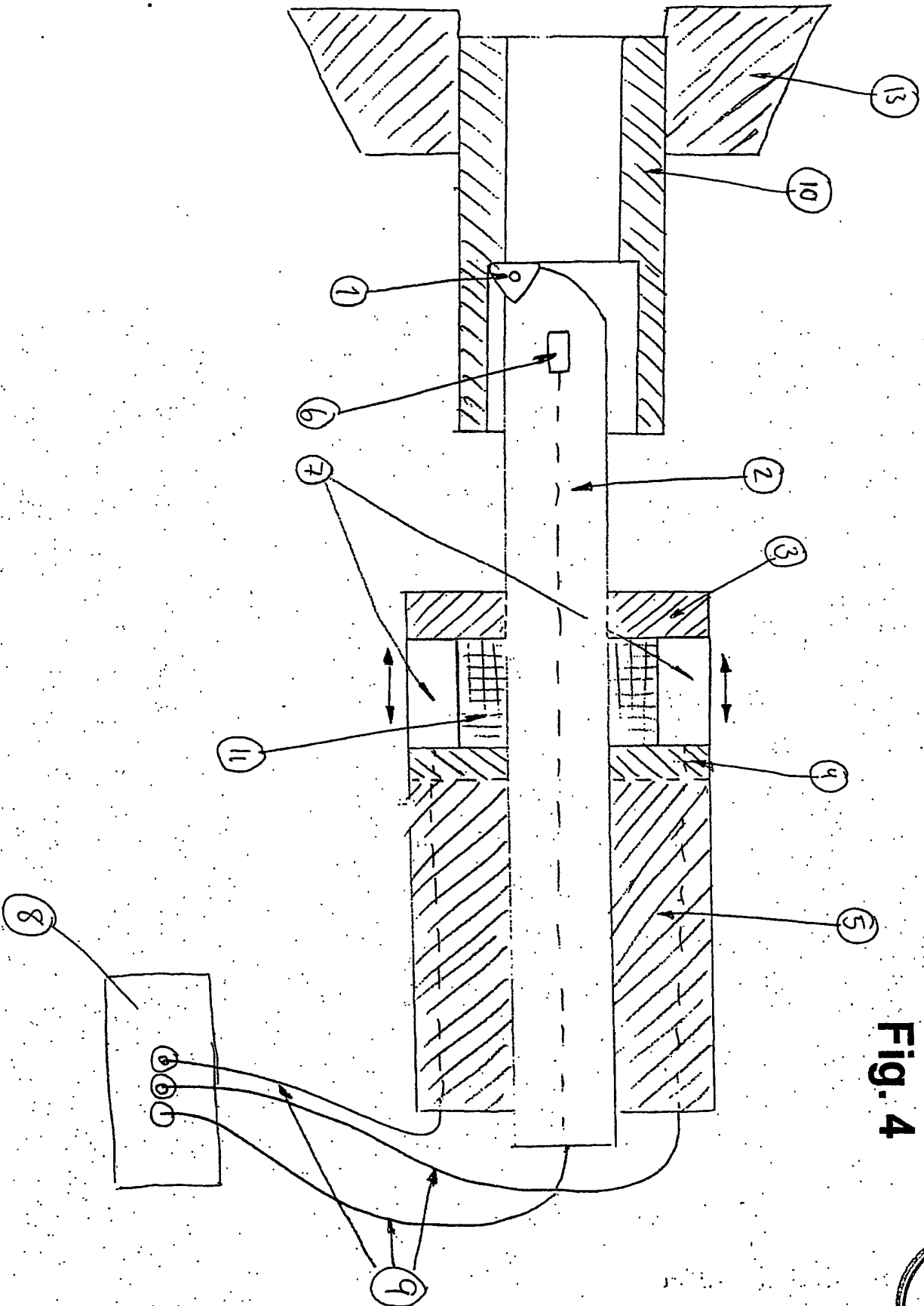
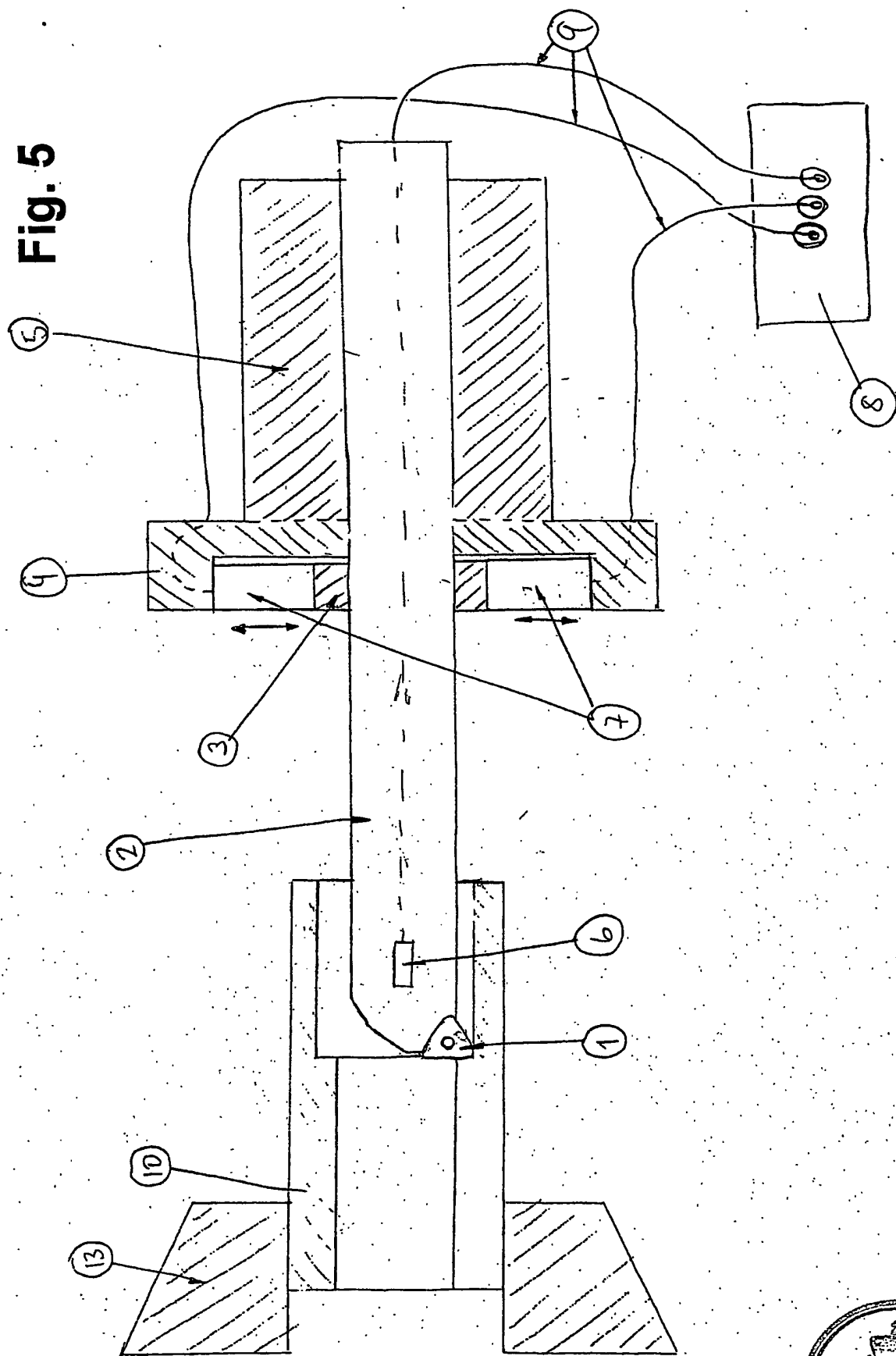


Fig. 5

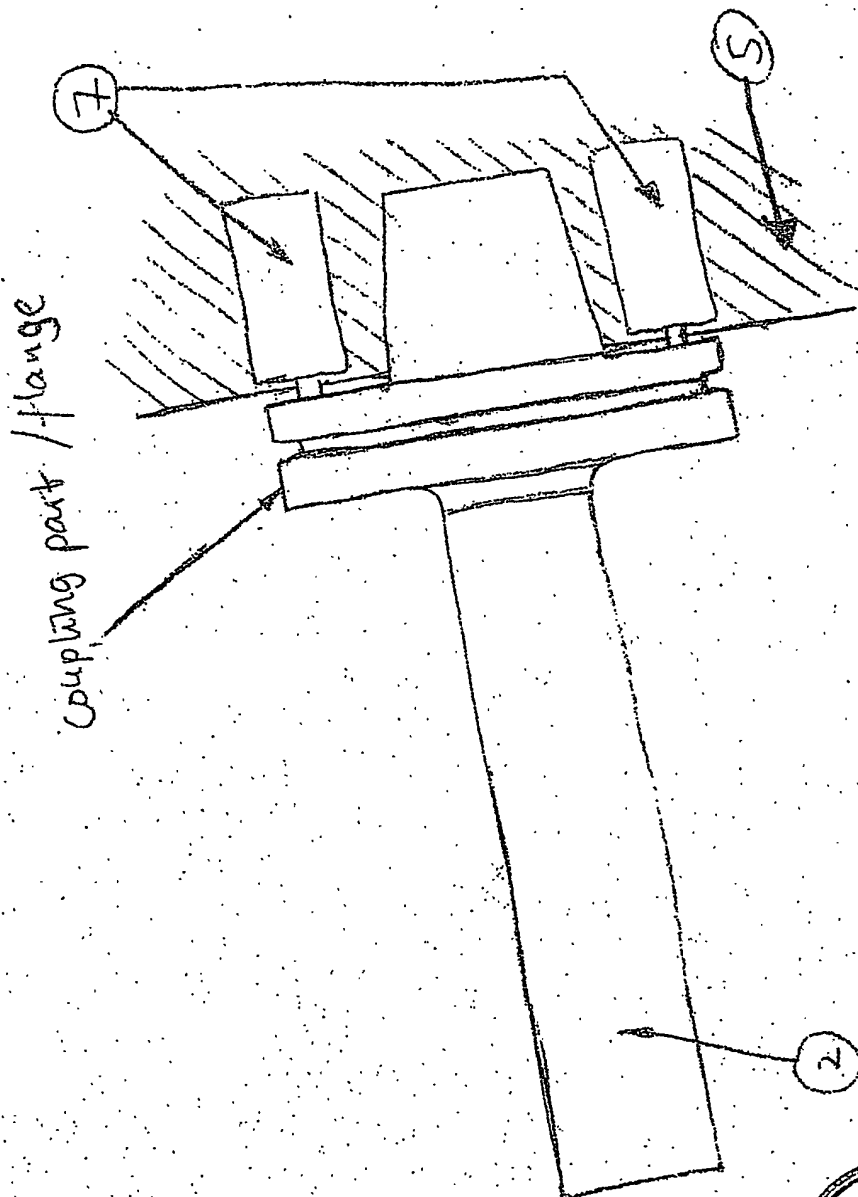


A technical drawing of a mechanical assembly, likely a valve or actuator, shown in a cross-sectional view. The drawing includes several numbered callouts (1 through 13) pointing to various components. The assembly consists of a central vertical shaft or rod (1) passing through a housing. At the top, there is a flange or cap (2) with a central opening (3). Below this, there is a valve seat or plug (4) with a grid-like pattern. The shaft (1) is surrounded by a sleeve or guide (5). At the bottom, there is a base or support (6) with a grid-like pattern. The entire assembly is mounted on a base (7) with a grid-like pattern. The drawing also shows a control mechanism (8) with a handle (9) and a lever (10). The handle (9) is connected to the lever (10) via a linkage (11). The lever (10) is connected to the shaft (1) via a pin (12). The pin (12) is also connected to a spring (13) which is attached to the base (7). The drawing is a black and white line drawing with hatching used to indicate different materials or sections.





Fig. 7



# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/NO04/000330

International filing date: 01 November 2004 (01.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: NO  
Number: 2003 4883  
Filing date: 31 October 2003 (31.10.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 25 January 2005 (25.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**